

Treball Fi de Grau
Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

**Disseny de la industrialització de tres tubs de
buit per servofrens**

MEMÒRIA

Autor:	Oriol Montero Fernández
Director	Carlos Sierra Garriga
Convocatòria	Setembre 2016



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Resum

El Treball Final de Grau titulat "*Disseny de la industrialització de tres tubs de buit per servofrens*", és bàsicament un resum de la labor que he dut a terme a l'empresa GALVARPLAST com a becari des del Febrer del 2016 fins al Juliol del mateix any.

L'objectiu del treball és documentar i analitzar el disseny que s'ha dut a terme per industrialitzar els 3 tubs de buit.

La metodologia emprada per aconseguir-ho ha consistit a obtenir el màxim d'informació del projecte per part del *Project Leader* mitjançant reunions setmanals. L'ús d'eines informàtiques de disseny com el *SolidWorks* i l'*AutoCAD* per dissenyar i mecanitzar tots els elements necessaris per poder produir els tres tubs en sèrie. I finalment el mètode que més he emprat per dissenyar el procés de producció ha consistit a consultar i aprendre d'enginyers experts en industrialitzacions de projectes de tubs polimèrics per cotxes. Que saben el *Know How*, fruit de la seva experiència.

La conclusió principal del projecte "*disseny de la industrialització dels tres tubs de buit per servofrens*" és que ha estat un èxit. El motiu de l'èxit es basa en el fet que des del 28/06/2016 s'estan produint aquests tres tubs de buit en sèrie mitjançant el disseny que s'explica en aquest treball. Altres conclusions relatives a aquesta feina és que dissenyar un procés industrial que s'ha d'implementar a un altre país, en aquest cas a Mèxic a la ciutat de Santiago de Querétaro, complica molt el projecte. I la manca de recursos limita la qualitat del disseny.

En tractar-se d'un projecte real, que s'ha realitzat mitjançant els meus dissenys i preses de decisions ha fet que em sembles molt interessant. Espero i desitjo que aquest treball, tot i que no deixa de ser un treball acadèmic, també arribi a ser interessant pels seus lectors. O almenys, que hi puguem aprendre quelcom.

Índex

Resum.....	2
Glossari.....	4
Introducció	5
Objectius	6
1. Entorn laboral.....	7
1.1. Classificació d'empreses dins del món de l'automoció	8
1.2. Funcionament de l'empresa davant un nou projecte	10
2. Què és un tub de buit per servofrè?	12
3. El projecte B-SUV.....	15
3.1. Informació de la referència A.....	16
3.2. Informació de la referència B	17
3.3. Informació de la referència C	18
3.4. On s'ha d'industrialitzar i per què?	19
4. Definició del procés.....	20
4.1. Primera Fase: Extrusió.....	20
4.2. Segona Fase: Conformat	21
4.3. Tercera Fase: Muntatge	22
4.3.1. Màquina universal de dues estacions	23
4.3.2. Màquina especial doble	24
4.3.3. Màquina de Leak Test	25
4.3.4 Muntatge de la referència A	26
4.3.5 Muntatge de la referència B i D	27
4.4. Productivitat i Layout	27
4.5. Pressupost	29
5. Disseny d'utilitatges de muntatge	31
6. Anàlisi mediambiental.....	44
Conclusions	46
Bibliografia	48

Glossari

Llistat amb la descripció de mots de l'argot del sector.

- Servo:** Tub de buit que connecta el motor del cotxe amb el sistema de frenada per servofrè.
- Pokayoke:** Mot d'origen japonès que designa un sistema que fa impossible muntar malament un element.
- Rooting:** Concepte que es refereix a la forma geomètrica del tub. Canvi de rooting vol dir un canvi en la geometria del tub.
- Connector:** Element que permet connectar el tub de plàstic amb un altre sistema.
- Abocardat:** Procés pel qual amb una peça metàl·lica en forma de con es deforma plàsticament l'extrem del tub augmentant-ne el diàmetre, d'aquesta manera és més senzill inserir el connector
- Scrap:** Producte d'afectuos per rebutjar.
- Referència:** Nom que se li dóna al tub.
- Utilatge:** Sistema d'elements i eines que permeten l'execució de diferents accions com per exemple: talls, posicionaments i subjeccions.
- inserció:** S'utilitza aquest mot per fer referència a l'acció de connectar permanentment els connectors amb el tub.
- Industrialització:** Posta en marxa d'un projecte, per produir en gran escala progressivament.
- Malla:** Tub laminar d'alumini que envolta el tub de plàstic per protegir - tèrmicament el tub del motor.
- Layout:** És la de distribució de la zona de treball

Introducció

“Disseny de la industrialització de tres tubs de buit per servofrens”, nom que se li ha atorgat a aquest projecte, té com a objectiu dissenyar el sistema productiu d'aquests tubs de buit esmentats anteriorment. Per tant l'abast del projecte inclou tot el seguiment, informació, i dissenys necessaris per a poder-ho comprendre de la forma més completa possible.

Es comença doncs, amb la informació de l'entorn laboral i del producte. Segueix definint el procés de producció. I finalitza amb el disseny de tots els elements necessaris per dur a terme la industrialització del producte amb una anàlisi mediambiental.

És molt important que per arribar a l'objectiu principal, es compleixin els objectius que aquest mateix incorpora per tal d'assolir-ho exitosament. Entre aquests hi hauria: l'ús d'eines informàtiques per la realització del disseny final, l'empra de vocabulari adequat, instrucció en la maquinària, documentar-se i aprendre d'enginyers experts, tenir la capacitat de liderar, i entre d'altres, conèixer els processos per industrialitzar tubs.

Així doncs, tota la documentació lliurada en aquest projecte, junt amb l'adjunt de diverses fotografies que il·lustren tot el procés, ajuden a una bona i millor visualització per tal de poder fer una anàlisi complet i detallista.

Objectius

Aquest projecte té com a objectiu principal el dissenyar la industrialització del tres tubs de buit per servofrens. Això implica, en si mateix, una sèrie d'obstacles a resoldre i estudiar per tal que aquest procés de producció sigui un èxit i es pugui portar a terme de la forma més eficient possible.

Així doncs, s'exposen a continuació tots aquells objectius que han guiat el projecte de forma gradual i constant per tal de tenir en compte i a resoldre les fases del procés per arribar al seu destí final: la producció i industrialització dels tres tubs de servofrè.

- Estudiar, documentar i analitzar el projecte i els seus productes.
- Obtenir la informació necessària per part de l'equip "*Project Leader*" mitjançant reunions setmanals per un bon resultat final.
- Instruir-se en la maquinària utilitzada.
- Saber resoldre els problemes tècnics que presenten els productes del projecte a partir de dissenys adients i estudiats per tal de poder trobar el mètode de produir-los
- Utilitzar els coneixements estudiats en el grau d'enginyeria industrial, i millorar-ne la resolució, emprant com a eines claus programes informàtics com el *SolidWorks* i l'*AutoCad* pel disseny d'utilitatges.
- Consultar, esbrinar i entendre els processos d'industrialitzacions a partir d'enginyers experts en aquest tipus de projectes. O dit d'una altra manera: l'anomenat Know How, fruit de la seva experiència.
- Saber resoldre amb èxit els inconvenients de portar a terme part de la industrialització fora d'Espanya, en aquest cas a Mèxic.
- Obtenir un disseny adequat amb els recursos disponibles.

1. Entorn laboral

Galvarplast, és una empresa fundada l'any 1964. Establerta a Polinyà, Vallès Occidental, Catalunya.

Junt amb les altres plantes ubicades al Marroc i Navarra formen l'anomenat *Industrie Ilpea España, S.A.*, i aquesta s'engloba en la *Industrie Ilpea*, la matriu global. També compte amb altres plantes en el Brasil, Mèxic i Polònia, totes elles autònomes.

La indústria Ilpea, d'origen italià fundada l'any 1960, es dedica a la manufactura de diferents components polimèrics que són utilitzades per indústries molt diverses. És empresa líder a escala mundial en l'àmbit del disseny i fabricació de productes plàstics, magnètics i de cautxú. Cada una de les empreses que formen Ilpea té autonomia pròpia, i és aquí on es destaca Galvarplast per la seva importància dins de tota la xarxa, ja que coordina alhora les fàbriques de Mèxic i Marroc. En total Ilpea, compte amb 30 plantes repartides per Europa, Amèrica i Àsia.

Galvarplast realitza la producció i fabricació d'elements conductors de fluids, i la seva destinació principal és l'automoció. Dins de l'àmbit, i les diferents destinacions on poden ser utilitzats aquests tubs, resolen amb gran satisfacció les necessitats dels clients gràcies a la versatilitat dels processos desenvolupats en una mateixa família de productes.

Aquestes famílies en les quals Galvarplast treballa són:

- Servos (el tub que connecta el sistema de servofrè amb la bomba de buit del motor del cotxe), Sota pisos (el tub que enllaça el dipòsit amb el motor), Dipòsits (els tubs que extreuen el combustible del dipòsit), SCR i Neteja parabrises.
- En l'àmbit de fluids seria: Aire, aigua i combustible (Benzina o gasoil).

L'empresa de Polinyà, Galvarplast, està composta per 300 treballadors aproximadament i sota el nom *GalvarplastAutomotive* comercialitza articles per diferents marques d'automoció com Audi, VW, Renault, Seat, Ford, GM, Skoda, Porsche i Nissan.

Industrie Ilpea España, S.A. exporta el 80% de la producció a mercats exteriors, fet molt important per explicar el creixement del 25% durant els dos últims exercicis. Això es deu a la gran inversió de l'empresa, apostant per la qualitat amb equips molt avançats des del punt de vista tecnològic amb una gran productivitat i viabilitat.

Alguns dels productes innovadors que Galvarplast fabrica i que fa que sigui de les empreses més punteres d'Europa i Amèrica són: canonades multicapes elaborades amb materials d'alta impermeabilitat, canonades corrugades multicapa per aplicacions complexes i automatització completa de quick connectors, vàlvules especials i processos de muntatge.

1.1. Classificació d'empreses dins del món de l'automoció

Les empreses d'automobilisme són les encarregades de fabricar els cotxes, i per tant de dissenyar cada element de l'automòbil. El més usual és que els fabricants encarreguin a una altra empresa la seva fabricació, excepte el motor del vehicle que ho fan els mateixos fabricants que han dissenyat el cotxe. Alguns dels fabricants més importants són BMW, Grup Volkswagen, Daimler Benz, Grup Toyota i Grup Fiat.

Els mateixos fabricants de vehicles classifiquen les empreses en tres categories: Tier 1, Tier 2 i Tier 3.

La Tier 1 la componen tots els fabricants de sistemes. La seva funció és muntar les parts i entregar-les directament als



fabricants, els quals poden provenir de diferents empreses. Aquests sistemes podrien ser per exemple sistemes de dipòsits o caixes de canvi.

En la Tier 2 el formen els fabricants de parts. Aquests utilitzen les matèries primeres i les



transformen en parts per poder muntar-les formant així sistemes més grans. Pot anar destinat a fabricants o a empreses com els anomenats anteriorment en el Tier 1.

Finalment en la categoria Tier 3 hi apareixen les empreses que es dediquen a la fabricació de matèries primeres com els polímers, els metalls, els dissolvents, els olis...Etc. Poden ser clients dels fabricants de sistemes (Tier 1) o de fabricants de parts (Tier 2).



En aquest cas, Galvarplast forma part d'aquesta categoria (Tier 2), ja que compra les primeres matèries a empreses del Tier 3, i la principal matèria primera que obté és el granulat de polímer per la producció de tubs amb materials polimèrics.

Alguns proveïdors són el grup DUPONT o BAFS. I per tant el producte final de Galvarplast pot tenir dues destinacions finals. O es ven al fabricant d'automòbils o es pot vendre a una empresa de fabricants de sistemes, en la categoria de Tier 1.

Galvarplast té una cartera de clients molt àmplia. Però en nivell de volums es pot dir que els seus principals clients són el Grup Volkswagen i l'empresa Kautex, una empresa de categoria Tier 1. Aquesta munta gran part dels dipòsits de quasi tots els cotxes del grup Volkswagen, entre altres sistemes. També hi ha comandes directament del grup Volkswagen. Cal destacar que encara que pel que fa a volum no sigui igual, hi ha molts projectes d'altres fabricants de primer nivell que suposen un repte per l'empresa.

La *figura 1* s'observa els clients de Galvarplast en funció del volum de vendes.

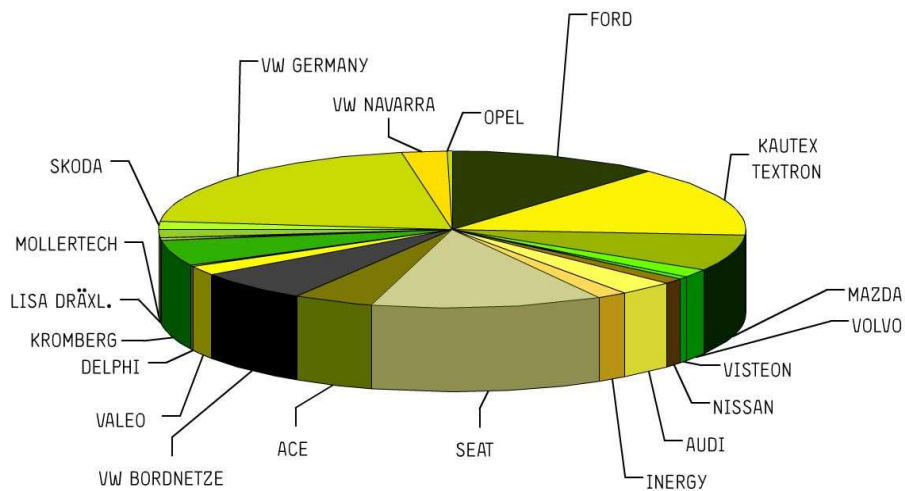


Figura 1: Principals clients de Galvarplast en volum de vendes

1.2. Funcionament de l'empresa davant un nou projecte

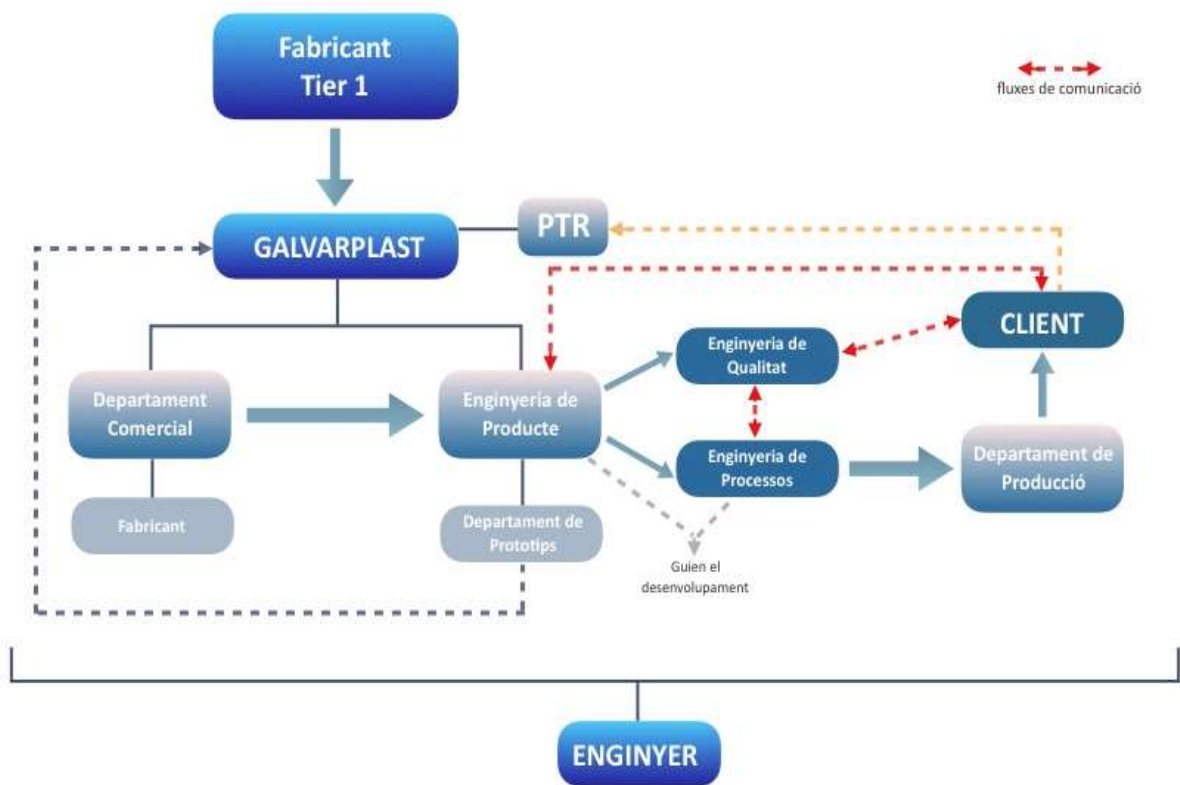


Figura 2: Esquema de les relacions entre departaments i client

El mètode de funcionament al entrar un projecte nou és el següent:

1. El fabricant o l'empresa Tier 1 nomina Galvarplast per dur a terme el projecte.

2. El departament comercial oferta el cost del projecte al fabricant, si cal havent de consultar diverses dades als altres departaments.
3. El departament comercial comunica a Enginyeria de Producte totes les dades del projecte. Enginyeria de producte passa a pilotar el projecte fent de cara visible entre l'empresa i el client. Té la capacitat de triar certs components que portarà el producte, materials, etc.
4. L'enginyer de producte passa tota la informació necessària a l'enginyer de qualitat i el de procés. Cada un treballarà per la seva banda però cal comunicació entre departaments, ja que per exemple procés necessita un canvi de component o material i per fer-ho és producte qui negocia amb el client aquest canvi.
5. Enginyeria de producte encarrega prototips al departament de prototips. Ell s'encarregarà d'entregar les primeres peces de mostra i les primeres sèries curtes ja funcionals llestes per muntar-se a vehicle.
6. Un cop l'enginyer de procés ha dissenyat tot el procés de fabricació del producte, l'industrialitza i el departament de producció és qui fabricarà el producte i l'entregarà directament al client.
7. El client traslladarà al departament de qualitat qualsevol reclamacions sobre la qualitat del producte entregat. Qualitat s'encarregarà de respondre les demandes del client i notificar al departament de producció què cal fer. L'enginyer de procés serà l'encarregat de fer les modificacions que calen per satisfer el client.
8. Els departaments que s'encarreguen de guiar el desenvolupament del projecte són producte i processos. Producte parla constantment amb el client per temes de timings, requisits, canvis de rooting o components. Recull totes les dades referents al projecte i les passa als altres departaments.
9. De cara al desenvolupament intern del producte, és l'enginyer de processos el que pilota el projecte: quines màquines i quantes en calen, torns necessaris per completar la producció anual, millores en la productivitat, etc. També s'ha d'encarregar de dissenyar els fluxos de matèries durant tot el procés i de parlar amb els proveïdors si es requereixen utilitatges especials. Bàsicament dissenya

literalment tot el procés perquè el tub pugui muntar-se segons els requisits establerts pel client.

10. La culminació del procés arriba en la PTR, que és la visita que fa el client a la planta on fa una auditoria del procés de producció revisant físicament tots els punts en els quals es basa aquest treball, posant una nota percentual on el màxim és 100% que vol dir que el procés és pràcticament perfecte tot i que sempre acostuma a demanar algunes millores o modificacions.

2. Què és un tub de buit per servofrè?

El projecte consisteix a industrialitzar tres tubs de buit per servofrens. Per tant, el projecte comença amb una explicació de què és aquest producte.

Els servofrens és el dispositiu accionat pel pedal de fre del cotxe, que té la funció de multiplicar el valor de la força executada pel conductor. De tal forma que puguem frenar l'automòbil.

Els servofrens més comuns en els cotxes són els denominats servofrens per depressió. Anomenats així perquè aprofiten la depressió creada pel motor en els conductes d'admissió per multiplicar la força de frenada.

Estan constituïts per tres òrgans fonamentals: un cos principal pneumàtic, una bomba amb dues càmeres i un grup de regulació.

Un tub de buit connecta amb una vàlvula sense retorn en el col·lector d'admissió, el qual, després d'arrencar el motor, crea una depressió. En el moment en què es trepitja el pedal del fre, l'oli a pressió és impulsat a través del circuit hidràulic i s'inicia la frenada. Alhora, l'oli empeny el cilindre del grup de regulació del servofrè. El cilindre, al desplaçar-se, provoca l'obertura d'una vàlvula que comunica amb l'exterior. L'aire, després de travessar un filtre, entra en una de les dues càmeres en depressió, separades per una membrana, que porta el cos principal del servofrè. Després de l'entrada de l'aire, una de les dues càmeres es troba a pressió atmosfèrica, mentre que l'altra roman a pressió reduïda. La membrana de separació tendeix, per tant, a

desplaçar vencent la resistència d'una molla. Juntament amb la membrana es desplaça un petit eix que xoca contra el pistó de la segona càmera de la bomba del circuit hidràulic, multiplicant d'aquesta manera la força exercida sobre el pedal per transmetre-la als frens.

En les següents imatges s'observa el funcionament del sistema de servofrè. Les zones colorejades de color rosat, són les zones en depressió. Les zones blaves són de pressió atmosfèrica i les fletxes vermelles indiquen el moviment del fluid hidràulic.

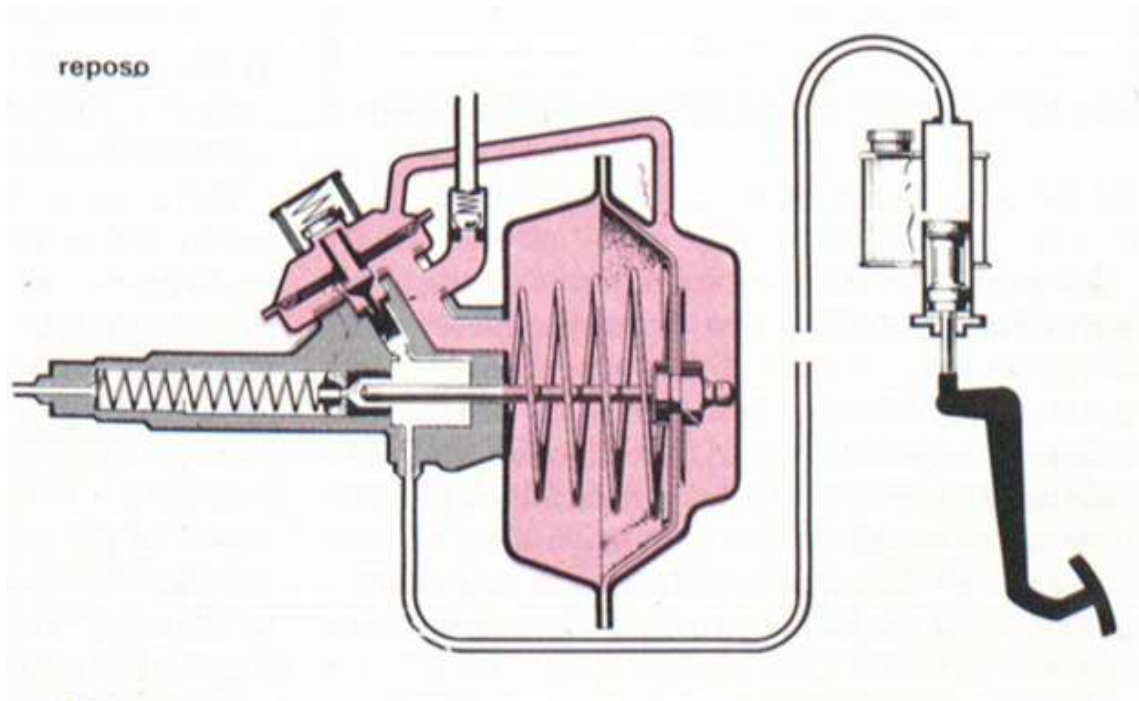
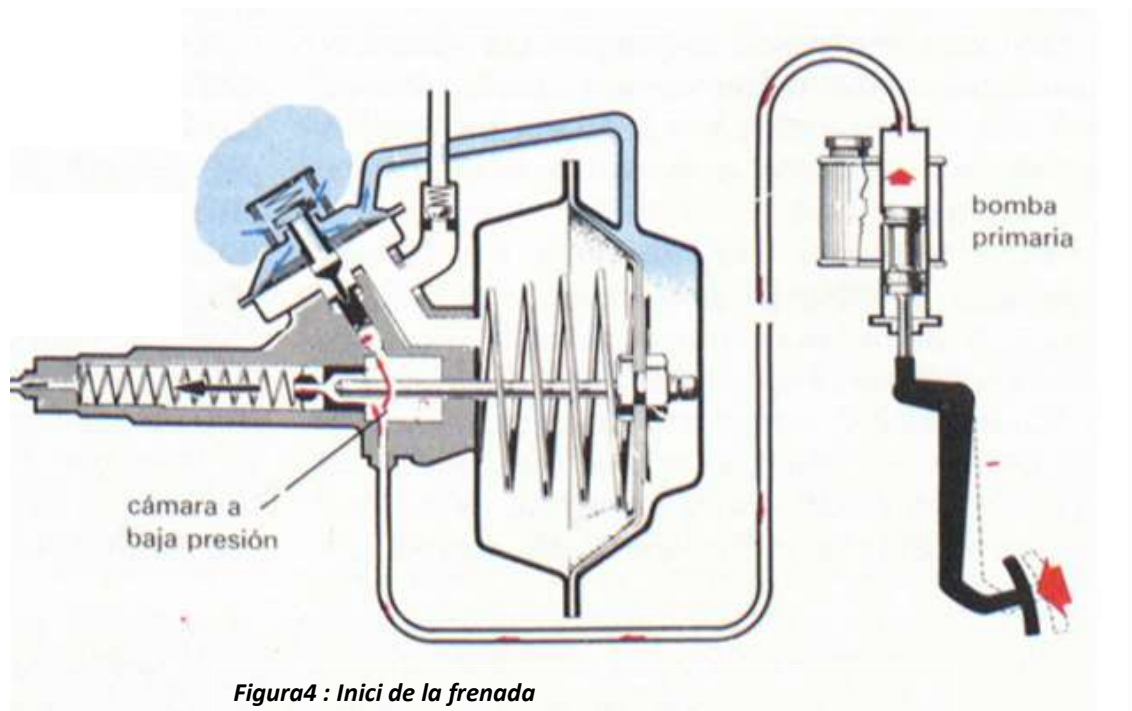
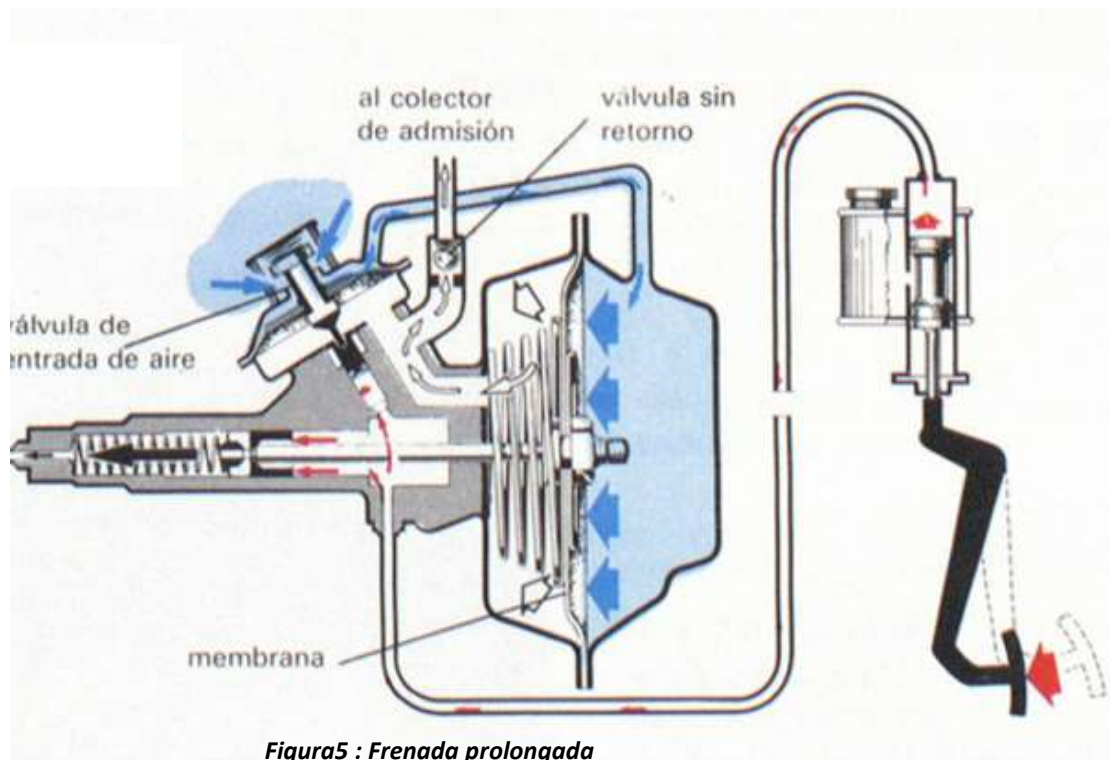


Figura 3: Posició de repòs del sistema servofrè



Quan s'empeny el pedal, la bomba primària mou l'oli a la càmera a baixa pressió, que mitjançant un petit forat en el pistó omple la cavitat fins a arribar als frens.



En aplicar més força al pedal es produeix l'obertura de la vàlvula d'aire. Que comença a fluir a la càmera posterior del servofrè. D'aquesta forma la membrana es mou empenyent el pistó fent que l'oli adquireixi una pressió molt elevada que transmet als frens.

Al aixecar el peu del pedal, es treu l'oli de la càmera de baixa pressió tancant l'entrada d'aire exterior i per efecte de les molles es torna a la posició de la figura 3 on es torna a tenir el buit gràcies als conductes d'admissió que connecten la bomba de buit del motor al servofrè.

Aquest conducte d'admissió és el tub de buit per servofrè que anomenem servo.

3. El projecte B-SUV

Els tres tubs de buit per servofrens formen part del projecte B-SUV.

Les sigles B-SUV significat el tipus B dels cotxes subcompactes. El terme subcompactes prové de **S**port **U**tility **V**ehicle abreviat SUV. Que són els cotxes que combinen elements d'automòbils tot terreny i automòbils turismes. Uns exemples d'aquests cotxes són:

L'Audi Q3, BMW X1, Chevrolet Trax, Citroën C4 Aircross, Citroën C4 Cactus, Jeep Cherokee, Mercedes Clase GLA, Opel Mokka i el Ssangyong Korando.

El projecte B-SUV està format per un conjunt de tubs de servos, sota pisos, dipòsits, SCR i neteja parabrises.

En aquest treball explicarem el disseny de l' industrialització de tres tubs de servos del projecte B-SUV

3.1. Informació de la referència A

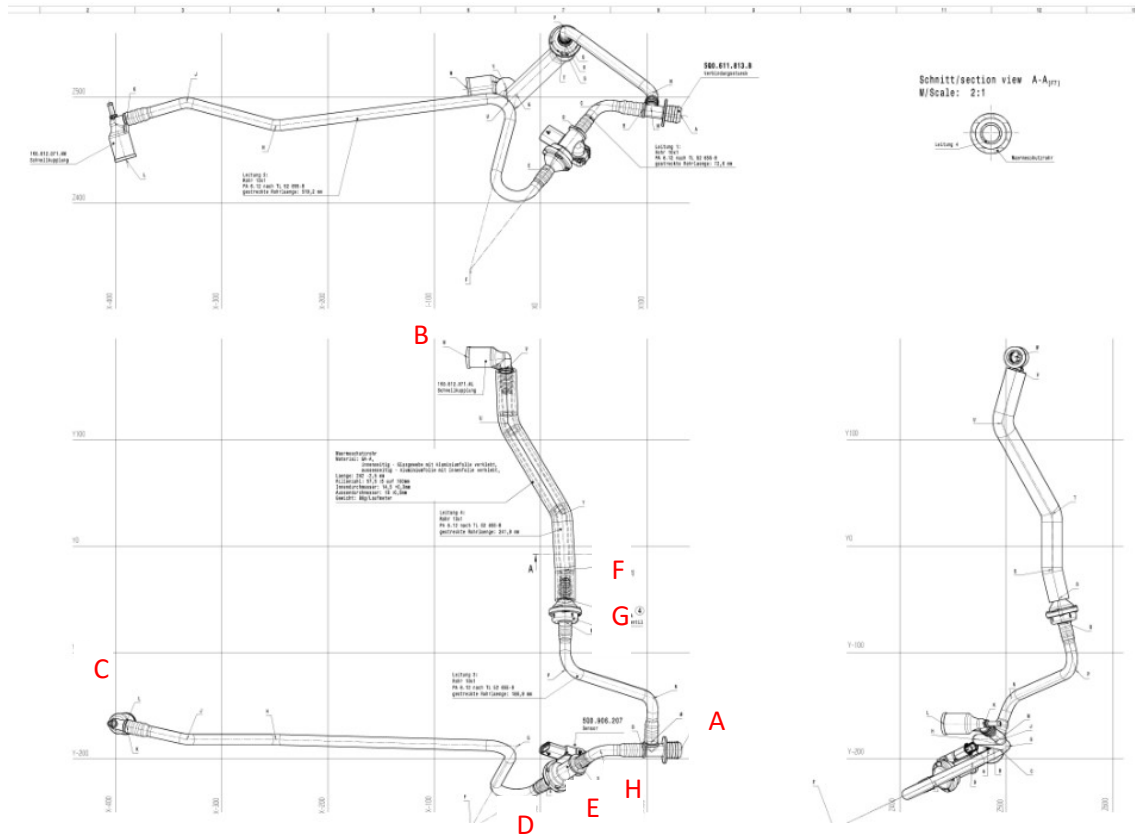


Figura 6 : Servo 1 referència A

A la figura 6 observem el primer servofrè del projecte B-SUV. Que s'anomena Referència A.

La referència A consta de dos vàlvules antiretorn. Una amb un sensor entre els punts D-E i l'altre entre els punts F-G. Els punts A,B,i C són els extrems del tub.

Aquest servo es connecta al motor per l'extrem A. I respecte als extrems B i C, un es connecta al sistema servofrè i l'altre s'utilitza per a algun altre sistema del cotxe, com podria ser l'aire condicionat.

Els connectors que té el tub són dues femelles amb colzes de 90 graus en els punts B i C, i un connector amb forma de (T) a l'extrem A.

Entre l'extrem B i F hi ha una malla d'alumini de 242 mm de longitud amb un diàmetre de 10 mm. Que té la funció de protegir el servo de la transferència de calor del motor. Ja que aquesta zona està en contacte amb algun element del motor que podria fer malbé el tub.

La referència A ha de tenir una longitud total de 948 mm. Amb un diàmetre exterior de 10 mm i un gruix d'1 mm

El material del tub ha de ser de PA 6.12.

S'ha de garantir el rooting del tub.

S'ha de garantir que el tub no tingui cap fuga. Per tant ha de passar un test de fugas també anomenat leak test.

Els connectors no s'han de poder extreure amb una força inferior a un cert paràmetre que es controla des del laboratori i un test de vibracions.

S'ha de garantir una producció de 66125 tubs a l'any.

3.2. Informació de la referència B

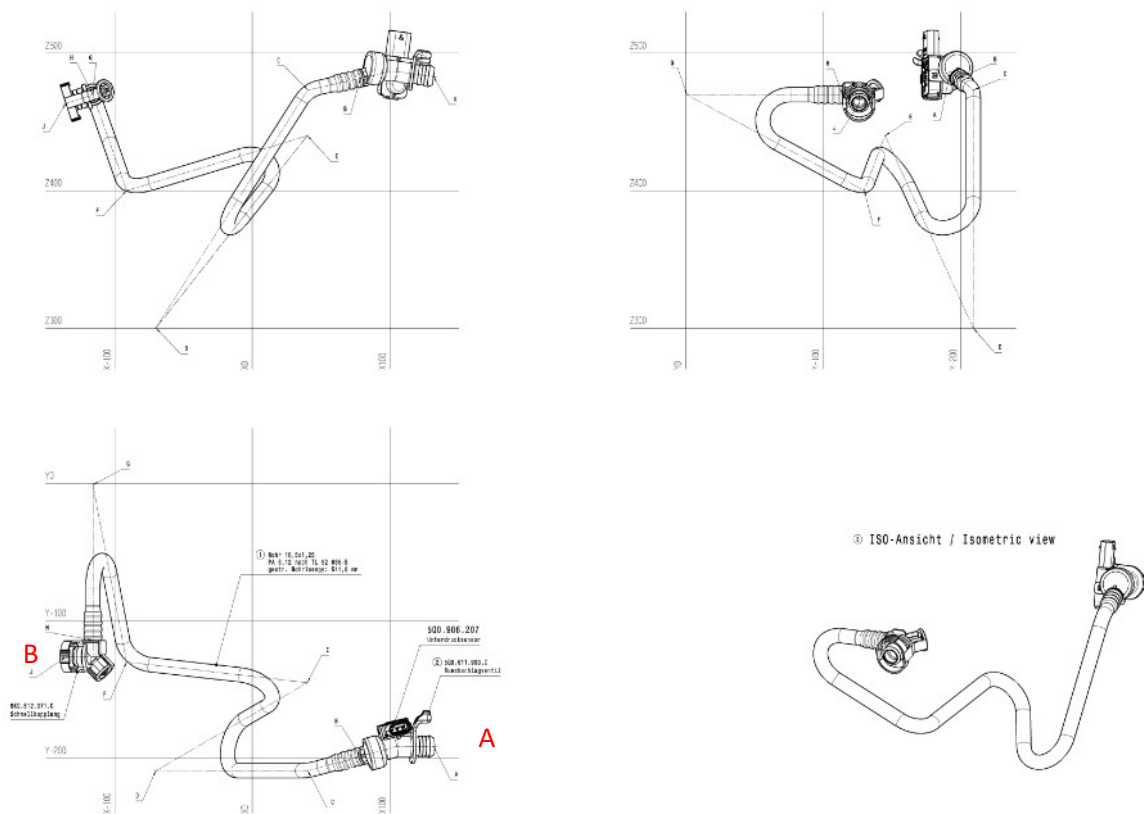


Figura 7 : Servo 2 Referència B

A la figura 7 observem el segon servo del projecte que l'anomenem referència B.

Aquesta referència B consta de dos extrems l'extrem A i l'extrem B. Aquest servo es connecta al motor per l'extrem A i connecta al servofrè per l'extrem B.

El connector de l'extrem A té una membrana a l'interior que fa de vàlvula antiretorn, amb un sensor que avisa si es trenca la membrana.

La referència B ha de tenir una longitud total de 511,6 mm. Amb un diàmetre exterior de 10,5 mm i un gruix d'1,25 mm

El material del tub ha de ser també de PA 6.12.

S'ha de garantir el rooting del tub.

Ha de garantir l'estanquitat.

Ha de superar el test de pull out i el test de vibracions del laboratori.

S'ha de garantir una producció de 24380 tubs a l'any.

3.3. Informació de la referència C

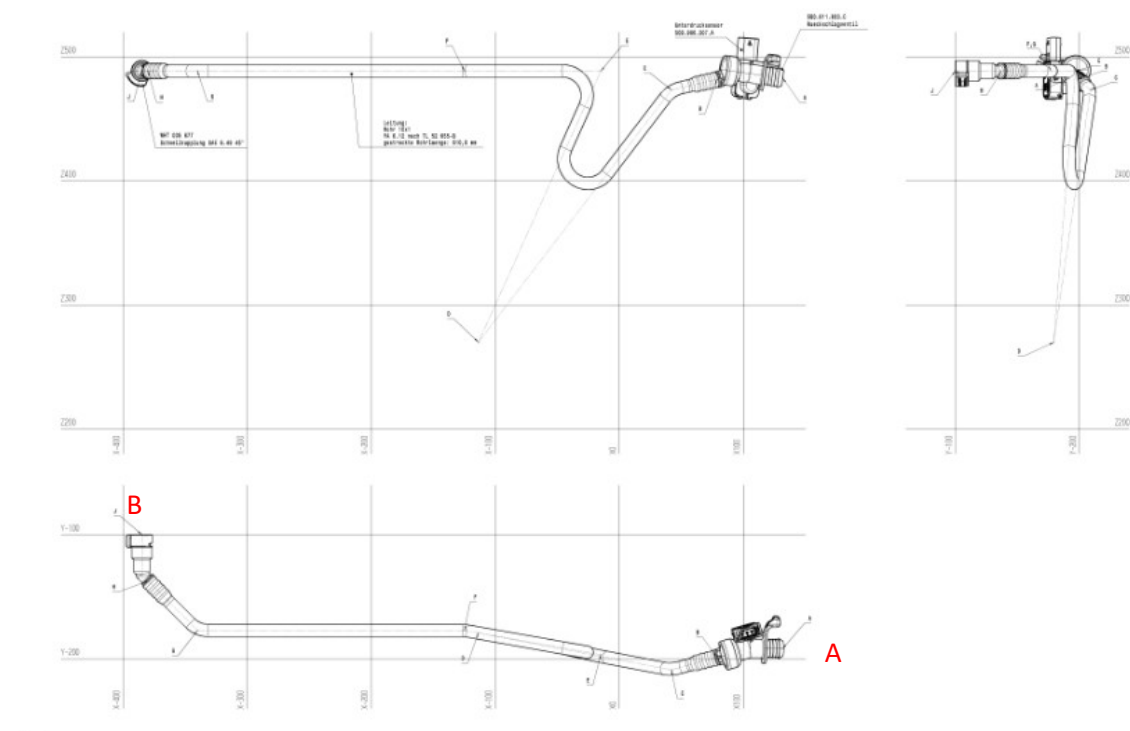


Figura 8 : Servo 3, referència D

A la figura 8 s'observa el tercer servo del projecte que l'anomenem referència D.

Aquesta referència consta de dos extrems i del mateix connector a l'extrem A que la referència B. La seva funció és exactament la mateixa que la de la referència B, però la diferencia en el rooting i en el connector de l'extrem B, que és un colze femella de 45º, és degut al fet que aquest servo va en un cotxe amb el volant a la dreta, per tant té el sistema de frenada per servofrè situat a la part dreta del cotxe, on hi ha el conductor. I la bomba de buit del motor es manté en la mateixa posició en el cotxe tant si té el volant a la dreta o a l'esquerra. Per tant aquest servo té aquest rooting que destaca per ser força lineal i llarg per ser un tub del tipus servo.

Les propietats de la referència D són:

Una longitud total de 610,8 mm. Amb un diàmetre exterior de 10 mm i un gruix d'1 mm

El material del tub ha de ser també de PA 6.12.

S'ha de garantir el rooting del tub.

Ha de garantir l'estanquitat.

Ha de superar el test de pull out i el test de vibracions del laboratori.

S'ha de garantir una producció de 41500 tubs a l'any.

3.4. On s'ha d'industrialitzar i per què?

El client d'aquest projecte és el fabricant Volkswagen Mèxic.

Des de Mèxic és on es produeixen la majoria de cotxes que s'envien a Amèrica del Nord. Perquè, produir els productes a Mèxic els suposa un estalvi molt important en els costos de producció.

El problema és que a la nau industrial de Mèxic situada a la ciutat de Santiago de Querétaro, no disposen dels recursos ni coneixements per tirar endavant els projectes nous. Per tant hem de dissenyar tot el procés industrial, fabricar les màquines i tot el necessari per a la industrialització del producte des de Polinyà. Sense permetre'ns el

mínim error, ja que un error implica gastar molts diners en viatges i salaris (temps) per poder solucionar-lo. I un nivell alt de comunicació entre les dues naus, amb el handicap de la diferència horària de 7 hores.

4. Definició del procés

L'objectiu de la definició del procés productiu, és aconseguir un procés complint tots els requisits del producte amb uns costos econòmics mínims.

4.1. Primera Fase: Extrusió

La primera fase de la producció del tub és l'extrusió amb material PA 6.12.

Resumidament el procés de l'extrusió consisteix a transformar el granulat del polímer mitjançant un vis sens fi i resistències tèrmiques per fondre el granulat i mitjançant pressió i temperatura, forçar el material a passar a través d'una matriu que li donarà la secció i longitud desitjada.

Aquest procés consta d'unes piscines de refrigeració, un sistema de marcatge dels tubs i una talladora amb un tren d'arrossegament.

Aquest procés es durà a terme des de la nau industrial de Tànger, ja que tenen l'extrusora adequada per les característiques dels tres tubs. A la nau de Mèxic no disposen actualment de l'extrusora per extruir amb PA 6.12. I extruir-ho des de Polinyà augmentaria els costos de producció.

Per tant, es pren la decisió d'extruir els tubs a Tànger i enviar-los a Querétaro amb vaixell, perquè és el mètode més econòmic si es disposa de suficient temps per poder permetre's aquest tipus de transport.

4.2. Segona Fase: Conformat

Un cop els tubs lineals arribin a Querétaro se'ls hi ha de donar la geometria adequada mitjançant la segona fase del procés. El conformat.

El conformat es duu a terme en un forn rotatori. En ell el motlle es penja en uns ganxos que fan una volta per l'interior del forn. El forn disposa de diverses etapes d'escalfament i refredament. Aproximadament la durada d'una volta ronda els 40 minuts. L'operació la duu a terme un operari que agafa el tub sense conformar i el col·loca dins de la canal del motlle. Un cop posat, el motlle es penja del ganxo. A la figura 9 s'observa els motlles penjats.



Figura 9: Cadena de conformat



Figura 10: Preescalfadors hidràulics

Primer de tot cal preescalfar els tubs, com veiem a la figura 10, perquè en fred quan es fan passar els tubs per la canal del motlle poden doblegar-se i patir tensions superficials.

Els tubs extruïts se situen en uns tancs que es troben a una temperatura d'aproximadament 50 °C en cas que el tanc contingui aire i de 80 °C en cas que el tanc

contingui aigua. Aquests pre-escalfen el tub per tal que es pugui col·locar fàcilment en el motlle corresponent.

Aquest procés es decideix que és fàcil a Querétaro, perquè si els forns de conformat de Tànger estan saturats.

Per poder assolir els volums de tubs anuals, enviarem 14 motlles de conformat de la referència A i 8 motlles de conformat de la referència D i 5 de la referència B. Els càlculs dels motlles necessaris els calculem mitjançant la fórmula de la figura 11

$$\text{motlles necessaris} = \frac{\text{Volum Anual} * \text{Parametre de seguretat}}{N.T * T * \text{diasLaborals anuals}}$$

Figura 11: Equació del Càlcul dels motlles necessaris

N.T significa el número de tubs que es conformen en un torn de treball amb un motlle.

T és el nombre de torns que es fan en un dia.

La referència A es produirà amb dos tubs. El tub 1 anirà del punt C al punt H i el tub 2 del punt A al punt B. Les lletres són les representades a la figura 6. S'ha de conformar amb dos tubs, ja que conformar el tub en un sol motlle faria el procés de conformat molt complicat per l'operari ja que el motlle passaria el doble. I complicaria el procés del muntatge, perquè implicaria fer una operació de tall extra per estar dins les toleràncies geomètriques requerides del producte. No interessa fer una operació extra en la fase del muntatge del tub ja que disminuiria la productivitat del tub i la fase de muntatge és el coll d'ampolla de totes les fases de producció del producte.

4.3. Tercera Fase: Muntatge

El muntatge consisteix en les operacions que fan les operaries en la cèl·lula de muntatge. Per aquestes tres referències les màquines i operacions que realitzaran seran les següents:

-Inserir connectors amb màquines universals simples de dues estacions.

- Tallar tubs per poder inserir les vàlvules mitjançant utillatges de tall.
 - Inserir vàlvules utilitzant màquines especials de doble inserció.
 - Posar i col·locar malles d'alumini.
 - Passar el test d'estanquitat per comprovar que no hi hagi fugues en el tub i comprovar la geometria mitjançant una galga amb un test de fugues també anomenat Leak Test
- Per entendre cada operació a continuació hi ha una explicació de què fa cada màquina.

4.3.1. Màquina universal de dues estacions

El concepte és el d'una bancada de perfil quadrat d'acer, soldat tot ell.

Les màquines universals tenen unes dimensions aproximades de metre de costat per 2 metres d'alçada amb un pes aproximat de 800 kg.

El seu funcionament es basa en la neumàtica, alimentada a 6 Bars.

Està formada per dues estacions. Cada estació té tres cilindres. Un cilindre tanca les pinces que subjecten el tub (punt A de la figura 12). Un altre cilindre per abocardar si és necessari (punt B) i un cilindre per l'avanç del connector per inserir-lo dins del tub (Punt C).



Figura 12: Màquina Universal de dues estacions

4.3.2. Màquina especial doble

És el mateix concepte que la màquina Universal, però la màquina especial doble ens permet fer dues insercions en una operació. És ideal per inserir vàlvules.

Consta de 5 cilindres. Dos per tancar les pinces que subjecten cada una un tub (punts A de la figura 13). Dos cilindres per avançar les pinces i inserir els dos tubs amb la vàlvula (punts B). I el cinquè cilindre és el que controla les tres posicions que té el suport (punt C). Les posicions del suport són: la de col·locar els tubs a la distància adequada respecte la vàlvula, la posició d'abocardar i la posició d'inserció.

Aquest tipus de màquina permet estalviar una operació de muntatge d'una màquina universal. I s'ha decidit utilitzar-la per muntar la referència A per augmentar la productivitat d'aquest tub.

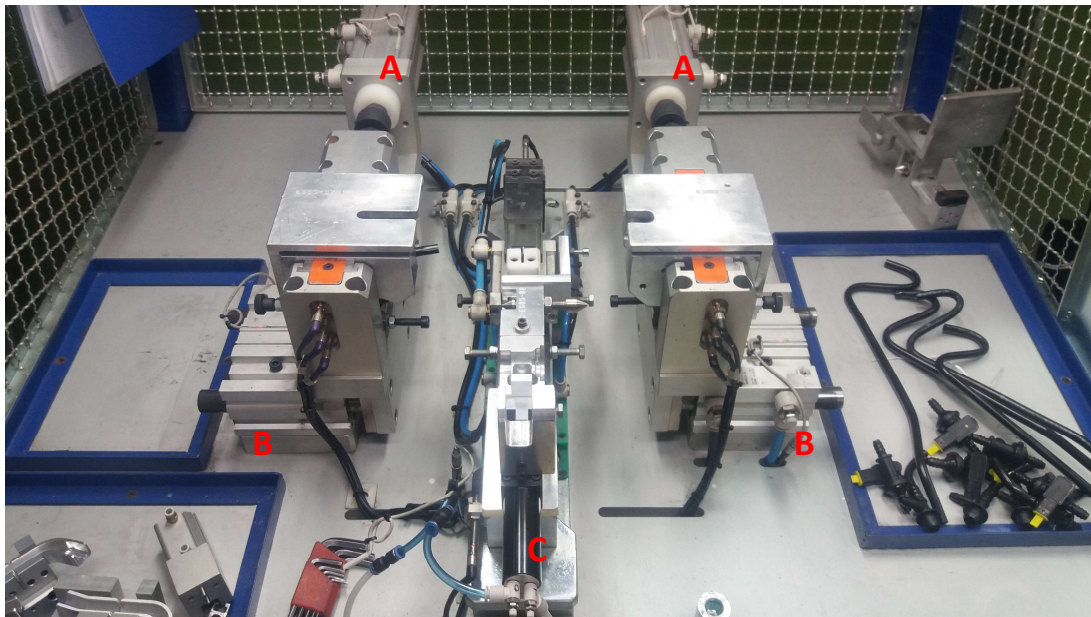


Figura 13: Màquina Especial Doble

4.3.3. Màquina de Leak Test

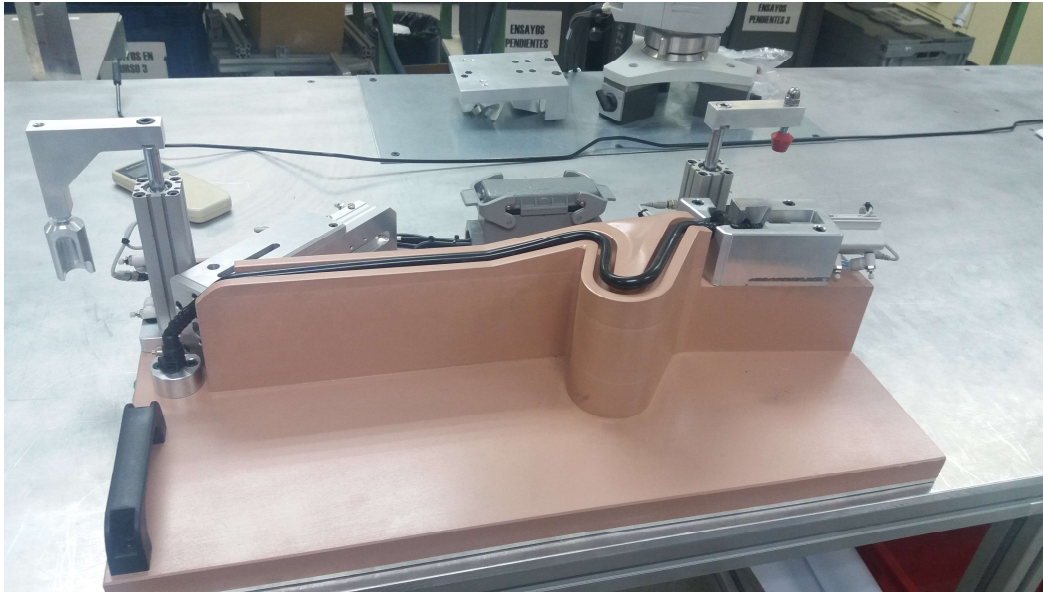


Figura 14: Galga geomètrica amb els elements per fer Leak Test

El leak test o test d'estanquitat és un test per verificar que el tub no té fugues.

Per un extrem del tub s'injecta aire a pressió durant un temps determinat de l'ordre d'uns 20 segons, en funció de les característiques del tub es canvien els paràmetres dels temps de funcionament. Quan s'acaba aquest temps d'injecció d'aire, el fugòmetre mesura la caiguda de pressió que hi ha hagut al cap de 40 segons. Si la caiguda de pressió està entre els límits establerts pel client, el tub és vàlid, aleshores un cilindre marcador li fa una marca conforma ha passat el test.

S'aprofita el fet de fer el leak test per comprovar la geometria del tub, i col·locar sistemes Pokayoke que no permetin validar un tub incorrecte. A la figura 14 s'observa una galga geomètrica amb els elements necessaris per fer un Leak Test.

4.3.4 Muntatge de la referència A

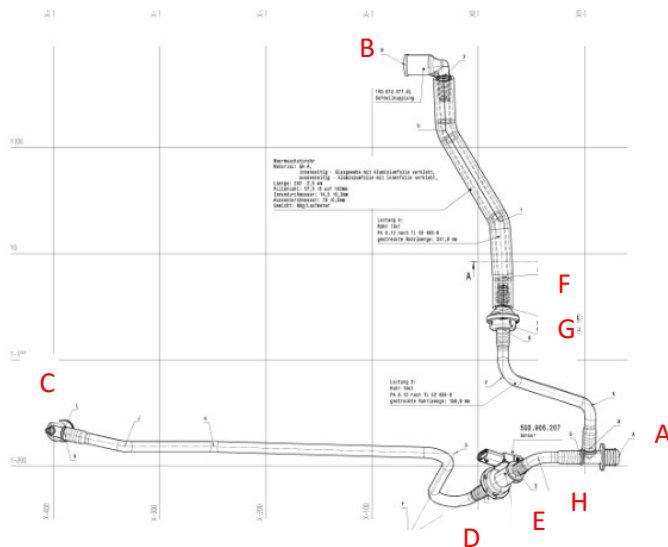


Figura 15 : Detall dels punts de la referència A

L'ordre de les operacions de muntatge per la referència A. Tots els punts són els de la figura 6.

1. Insertar en la màquina universal els connectors dels punts A i C del tub 1. Un connector a cada estació.
2. Tallar el tub 1 amb l'utilatge de tall i inserir la vàlvula en els punts D-E amb la màquina especial de doble inserció.
3. Tallar el tub 2 amb l'utilatge de tall i inserir la vàlvula en els punts F-G amb la màquina especial de doble inserció i posar la malla pel punt B.
4. Insertar el connector del punt B amb la màquina universal simple en l'estació B. I en l'estació A de la màquina universal simple ajuntar el Tub 1 amb el Tub 2 col·locant l'extrem A del tub 2 a la pinça i el tub 1 pel connector del punt H en el suport de l'estació A. S'ha decidit fer aquesta última inserció en l'estació A amb l'objectiu de millorar l'ergonomia de l'usuari, ja que aquesta inserció és la més complicada i exigeix a l'operari més atenció i força amb el braç. L'estació A

al estar més pròxima a l'operari facilita que pugui fer l'operació més còmodament.

5. Estirar totalment la malla, i col·locar el tub en la galga geomètrica per fer el Leak test.
6. Deixar el tub a la caixa si és vàlid. O tirar-lo a la caixa de scrap.

4.3.5 Muntatge de la referència B i D

Les referències B i D tenen exactament el mateix procés de muntatge. I és molt més simple que la referència A.

1. Inserir en la màquina universal doble els connectors dels punts A i B
2. Col·locar el tub en la galga geomètrica per fer el Leak test i comprovar la geometria.
3. Deixar el tub a la caixa si és vàlid. O tirar-lo a la caixa de scrap.

4.4. Productivitat i Layout

Un cop definit el procés de producció, s'ha de decidir el layout i quants operaris treballaran en la cèl·lula de muntatge. Per decidir-ho ens basem amb la informació que tenim de les saturacions de les cèl·lules de muntatge de la nau de Mèxic i es calcula la productivitat de cada referència, fent un estudi dels temps de cada operació amb 1, 2 i 3 operaris en la cèl·lula.

El Layout que s'utilitza en les tres referències és el de la figura 16. Per la Referència B i D només s'utilitza l'operari 1 que farà l'operació numero 1 en la Màquina Universal simple, i l'operació 2 i 3 en la màquina de Leak Test.

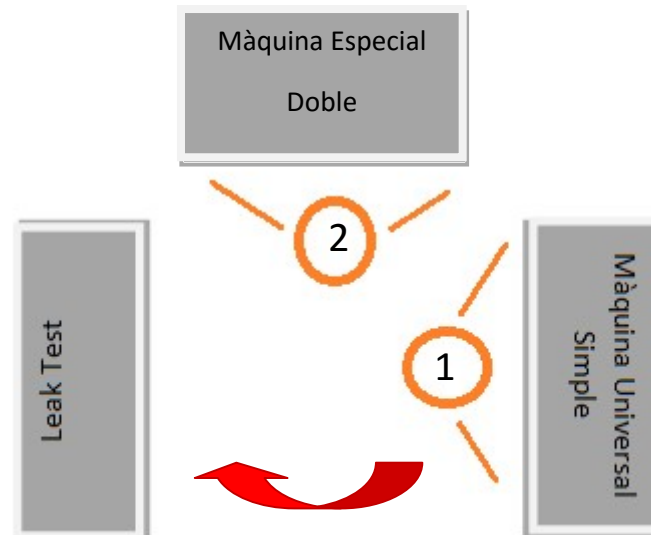


Figura 16 : Layout de la cèl·lula de muntatge

Després de cronometrar diferents operaris fent la mateixa seqüència d'operacions en la cèl·lula treballant en aquesta un, dos o tres operaris. I cronometrant els temps de fer les diferents operacions per separat s'ha arribat a la conclusió que la següent distribució d'operacions és la més òptima per tenir una productivitat adequada amb uns costos mínims.

La referència A, utilitza dos operaris. L'operari 1 fa les operacions: 1, 4, 5 i 6 simultàniament l'operari 2 realitza les operacions 2 i 3 del llistat d'operacions del punt del treball 4.3.4 del Muntatge de la referència A.

Aquesta distribució de les tasques és la que compensa millor els temps de treball de cada operari, per tal que en la cèl·lula hi hagi un work flow adequat. Es requereix 2 operaris per produir la referència A perquè amb un sol operari la cèl·lula de muntatge quedaria saturada, ja que es produirien només 220 tubs per torn. I en aquesta cèl·lula s'han de produir les tres referències d'aquest projecte més set referències més que ja s'hi produeixen.

El resultat d'aquesta distribució de les operacions implica les següents productivitats:

Referència A amb dos operaris té una productivitat de 370 tubs per torn de treball. Que són muntar un tub cada 80 segons aproximadament.

La Referència B i C amb un operari tenen cada una, una productivitat de 750 tubs per torn de treball. Que significa muntar un tub cada 40 segons.

Amb aquestes productivitats, la cèl·lula formada per la Màquina Universal, la Màquina Especial doble i la Màquina de Leak test queda saturada en un 95% de la seva capacitat, sent capaç de produir les referències A, B i D més set referències ja industrialitzades en aquesta cèl·lula anteriorment. Si produïm la referència A amb un sol operari, la saturació de la cèl·lula al 105% que implica treballar durant caps de setmana o comprar una màquina Universal, una màquina de Leak test i una màquina especial doble per tenir una cèl·lula nova i no tenir problemes de saturacions. Però aquesta proposta implicaria invertir uns 80000 per comprar les màquines i enviar-les a Querétaro. Per tant decidim treballar amb dos operaris. Treballant amb tres evidentment no saturaríem la cèl·lula, però aquest tercer operari encariria el cost de producció del tub, i els avantatges en l'augment de productivitat que aporta respecte a utilitzar dos operaris no són prou significatius. La distribució amb tres operaris consisteix en tenir un operari en cada màquina. L'operari que es situaria en la màquina de Leak Test estaria sobre el 60 % del temps de la seva jornada laboral simplement observant com el tub passa el leak test. Perquè per aquesta referència el test d'estanqueïtat requereix de 40 segons d'espera perquè el fugòmetre determini si el tub és vàlid. El tercer operari fea el seguit conjunt d'operacions; agafa el tub, estira la malla, el col·locar-lo en la galga, fa el leak test i finalment el deixa a la caixa. Aquest cicle té una durada 65 segons dels quals 40 segons l'operari mirarà el tub sense fer res. Treballant només amb dos operaris, l'operari aprofita aquets 40 segons que la màquina està determinant si el tub és vàlid o no, per fer altres operacions en la màquina universal. Aquest fet fa que la productivitat amb tres operaris no sigui tant diferent a utilitzar dos operaris. Per tant es decideix que el procés de muntar la referència A es farà amb dos operaris.

4.5. Pressupost

El següent llistat és un pressupost aproximat dels elements necessaris del procés productiu

Referència A:

Utiltatges inserció components	Unitats	€ preu aproximat/unitari	€
Motlles Conformat	14 un	400 €/un	5600 €
Gaveta petita components	5 un	8 €/un	40 €
Carro picking cèl·lula	1 un	290 €/un	290 €
Gaveta gran tubs/premuntatges	4 un	40 €/un	160 €
Pinces tubs amb proteccions	8 un	415 €/un	3.320 €
Suport intermedi	2 un	420 €/un	840 €
Suport component sense abocardador	4 un	350 €/un	1.400 €
Suport tub per a tall intermedi	2 un	200 €/un	600 €
Galga amb utilatge de Leak Test	1 u	4000 €/un	4000 €
TOTAL 10650 €			

Referència B:

Utiltatges conformat forn	Unitats	€ aprox/un	€
Motlles conformat	5 un	205 €	1025 €
Pinces tubs amb proteccions	2 un	300 €	600 €
Suport component amb abocardador	1 u	350 €	350 €
Suport component sense abocardador	1 u	350 €	350 €
Galga amb utilatge de Leak Test	1 u	3000 €	3000 €
TOTAL			5325 €

Referència D:

Utiltatges conformat forn	Unitats	aprox/un	€
Motlles conformat	8 un	205 €	1640 €
Pinces tubs amb proteccions	2 un	300 €	600 €
Suport component sense abocardador	2 un	350 €	350 €
Galga amb utilatge de Leak Test	1 u	3000 €	3000 €
TOTAL			5590 €

Es necessita aproximadament una inversió de $10650 \text{ €} + 5325 \text{ €} + 5590 \text{ €} = \mathbf{21565 \text{ €}}$ per poder crear el procés productiu de les tres referències per l'empresa Galvarplast.

5. Disseny d'utillatges de muntatge

En aquest apartat s'ensenyen la majoria dels dissenys dels utilitatges necessaris que s'implementen a les màquines per tal que els operaris puguin muntar les referències a la taula de muntatge.

Implica dissenyar els elements de la fase d'extrusió com la filera i el noyo. I en la fase de muntatge es dissenyen les màquines, els utilitatges d'inserció, les galgues amb els elements per fer el leak test, sistemes pokayoke i els utilitatges de tall.

En la fase del conformat un projectista fa el disseny dels motlles mitjançant el programa CATIA. I un taller especialitzat en la soldadura d'aquests motlles ens els subministra.

Per aquest projecte no és necessari el disseny dels utilitatges per l'extrusió. Ja que existeixen i funcionen correctament en la nau industrial de Tànger.

Per poder connectar els connectors als tubs s'utilitza la màquina universal simple i la màquina especial doble. Aquestes màquines necessiten pinces, suports i topes per poder inserir els tubs.

5.1. Pinces

Les pinces són els elements que fixen el tub durant el seu procés de muntatge de connectors. Estan fetes de dos blocs d'alumini mecanitzats amb una fresa de control numèric. Si les dues parts de la pinça són simètriques, s'anomenen pinces 2D. En canvi, si no ho són, s'anomenen pinces 3D. Que siguin pinces 2D o 3D dependrà de la forma que tingui l'extrem del tub.

Una pinça serà fixa i l'altra serà mòbil, és a dir, una de les dues meitats el cilindre l'empeny contra l'altre meitat per aguantar el tub durant la inserció del connector.

És important que durant el disseny, sempre es deixi un mil·límetre entre les dues meitats per evitar el fregament que podria deixar marques visibles en el tub que no respectarien els estàndards de qualitat. Les pinces de les màquines especials dobles, tenen la característica de que són de dimensionament més grans que les de la màquina universal i tenen un xamfrà per evitar trencar tubs d'alimentació pneumàtics durant el funcionament del cicle de la màquina. Les pinces de la màquina universal són de secció rectangular i dimensionament més petites.

5.2. Suports

Els suports són blocs d'alumini amb un encaix per col·locar-hi els connectors.

En les màquines universals simples el suport avança gràcies a un cilindre d'avanç fins a connectar el connector amb el tub fixat amb les pinces.

En la màquina especial doble, el suport es manté fix durant la inserció i les vàlvules es fixen en el suport mitjançant un trepitjador i són les pinces que tenen els cilindres d'avanç per connectar els tubs amb la vàlvula.

A la figura 20 observem un suport per una màquina especial doble i a la 20 observem un suport per una màquina universal.

5.3. Topes

Els topes s'utilitzen a la màquina universal per limitar el recorregut del cilindre d'avanç. Cada inserció té les seves pròpies característiques i es necessita identificar mitjançant un mètode comparatiu de prova i error el recorregut que ha de fer el cilindre d'avanç. Cada inserció necessita un recorregut diferent perquè els connectors són diferents i en entrar en el tub, aquest es contrau i dilata provocant que canvi la longitud del tub o que el connector no estigui posicionat dintre de les toleràncies. Aquests problemes se solucionen controlant l'avanç del cilindre actuator.

Observem un parell de topes en la figura 30

5.4. Abocardat

Per inserir el connector es requereix que el tub i la punta del connector estiguin perfectament alineats. Com que això no sempre és així s'utilitza el procés d'abocardament, que en si mateix és un procés entremig que prepara el tub per ser muntat.

Un con d'acer avança i deforma la punta del tub, obrint-la més i deixant-la en forma cònica. Això permetrà que el connector trobi el camí cap al centre del tub ja que, el diàmetre pot créixer fins a 5 mm

5.5. Dissenys de la referència A

La figura 17 mostra la pinça de la màquina especial doble per fer la inserció del punt D i punt E de la referència A. Aquestes pinces són per la màquina especial doble. La pinça verda de la figura 17 que serveix per connectar la vàlvula amb el punt E té la peculiaritat de tenir un conjunt de peces amb un eix fixades en la pinça.

L'objectiu d'aquest disseny és evitar que l'operari s'enganxi els dits al col·locar al tub dins la pinça. El tub que fixa aquesta pinça és molt curt i queda tot ell comprés dins d'aquesta, aleshores al tancar-se amb una pressió de 6 bars l'operari podria fer mal. La solució proposada per aquest disseny obliga l'operari a col·locar els tubs dins de l'eix i l'interfaz de la màquina no deixa tancar les pinces fins que l'operari ha tret les mans de la màquina.

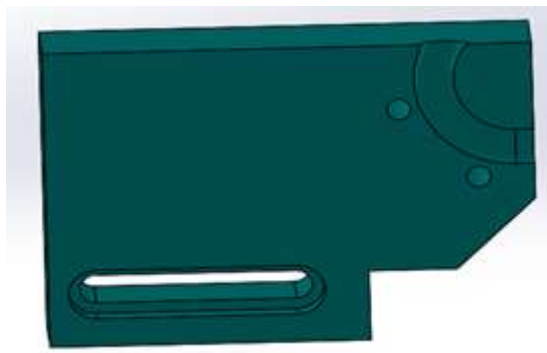


Figura 17 : Pinces per inserir el punt D i E de la referència A

A la figura 18 observem els conjunts de pinces anteriors en la simulació per SolidWorks. Observem que la col·locació dels tubs en les pinces és factible i no toquen cap element de la bancada de la màquina.

A la figura 20 observem el suport on es col·loca la vàlvula. Aquest suport necessita un sistema d'alimentació pneumàtica per fixar la vàlvula perquè en el moment de la inserció aquesta no surti disparada. Per solucionar aquest problema, es va dissenyar un sistema de fixació amb una brida alimentada pneumàticament. El disseny del trepitjador l'observem a la figura 19.

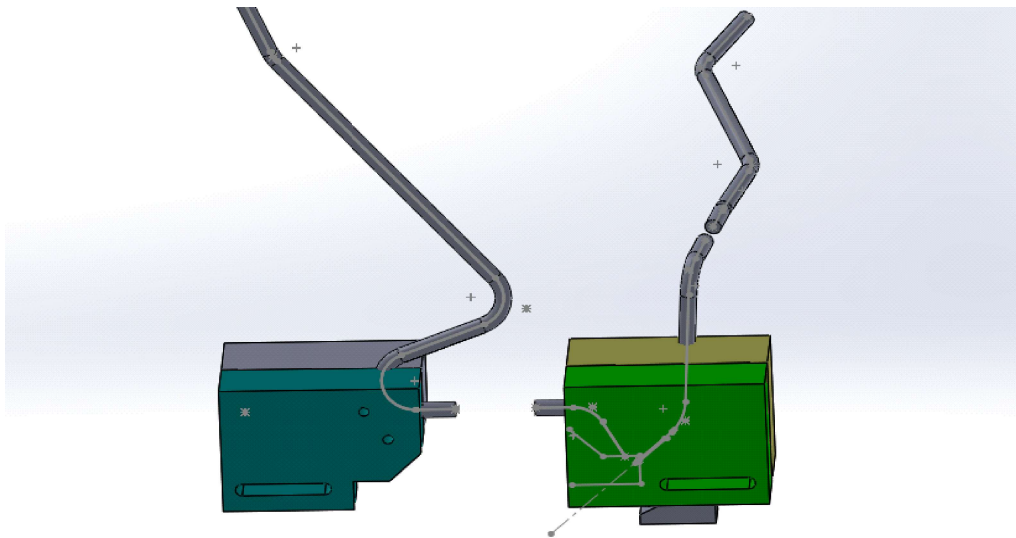


Figura 18 : Disseny de l'inserció doble D-E

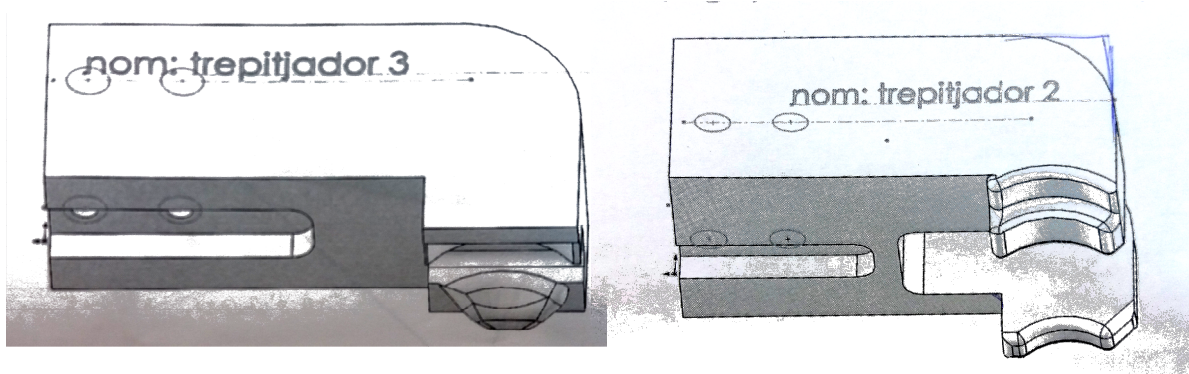


Figura19 : Disseny dels trepitjador de l'inserció F-G i D-E respectivament

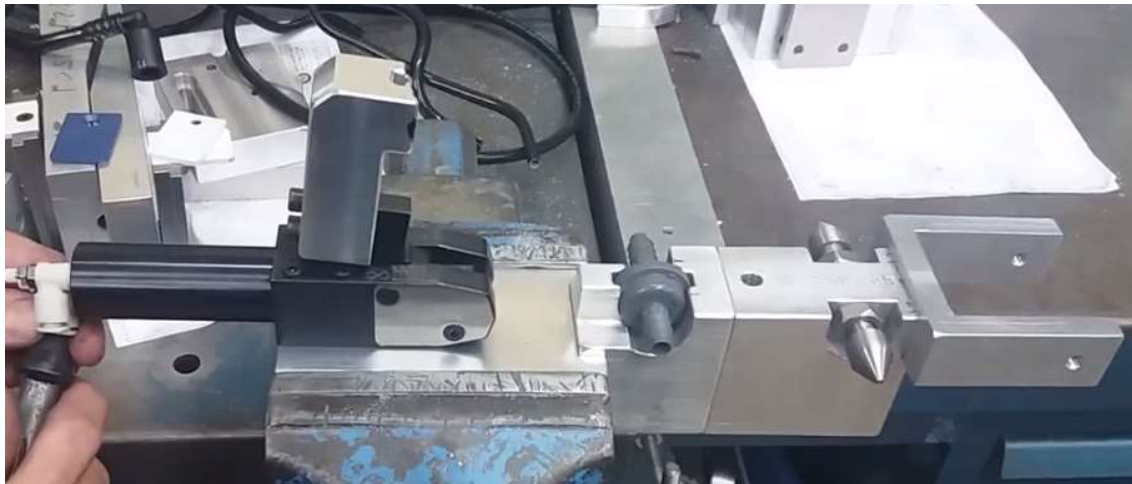


Figura 20 : Sistema trepitjador amb el suport F-G

A la figura 21 observem tots els elements comentats anteriorment implementats en la màquina especial d'inserció doble. Amb la màquina llesta per fer la inserció D-E.



Figura 21: Situació de les pinces, suport i trepitjador en la màquina per fer la inserció D-E

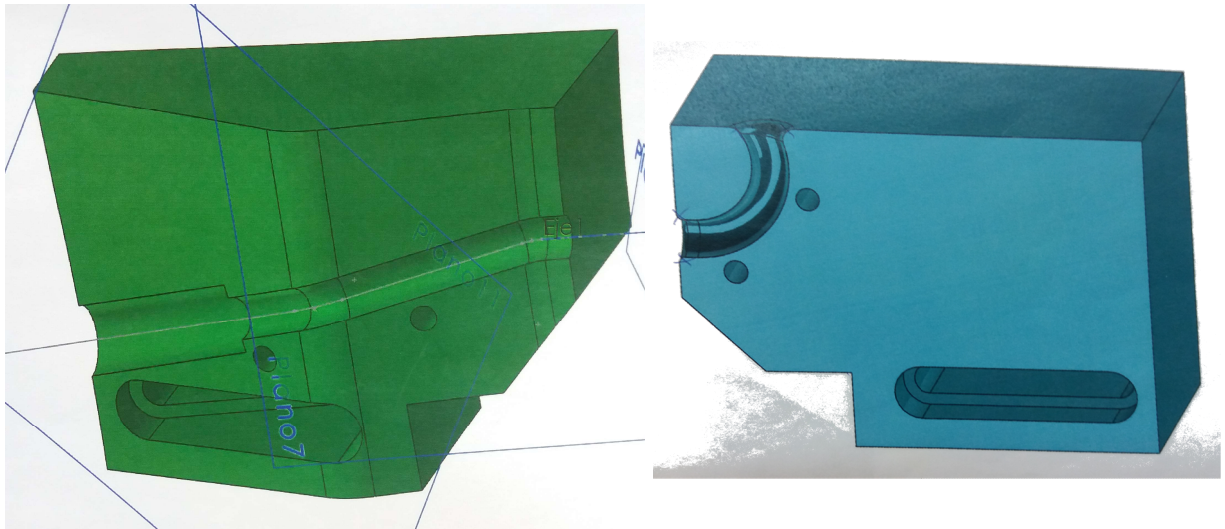


Figura 22: Pinces per la inserció F-G

A la figura 22 tenim el detall de les canals de les pinces per fer la inserció F-G i a la imatge de la figura 23 observem tots els utilatges necessaris per fer aquesta inserció, col·locats en la màquina amb un tub acabat d'inserir.

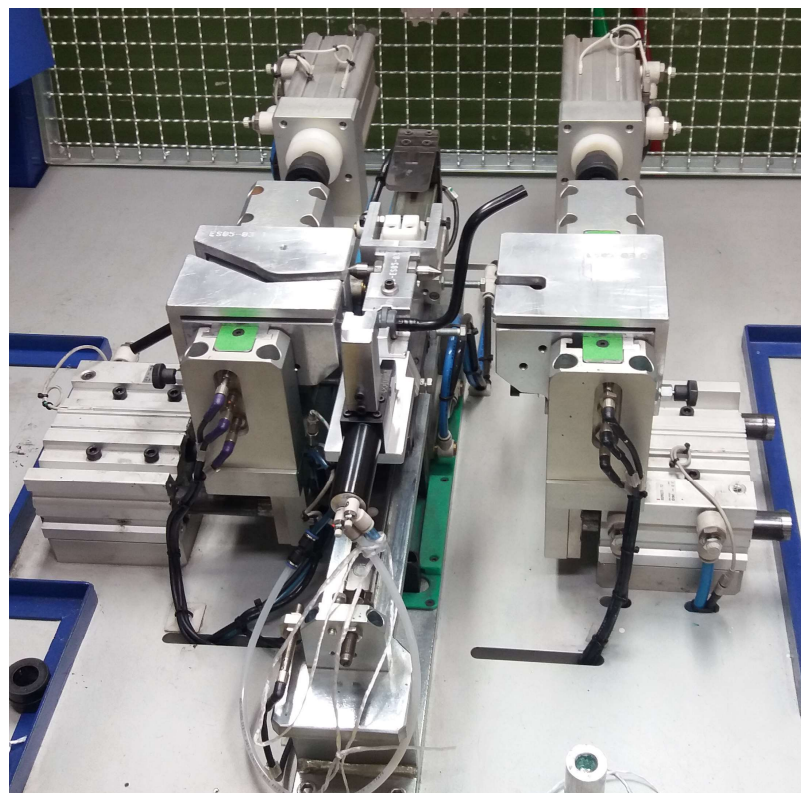


Figura 22: Inserció doble F-G

Abans d'inserir les vàlvules amb la màquina especial doble, s'ha de tallar el tub pel punt exacte on es situa aquest component. Per fer aquest tall utilitzem la talladora que observem a la figura 23. Per fixar la posició del tall utilitzem les canals que tenen exactament la geometria del tub amb una ranura per deixar passar la ganiveta de la talladora. Aquestes canals tenen la propietat que són molt fàcils de treure i col·locar a la talladora per tal de poder canviar la zona de tall amb facilitat.

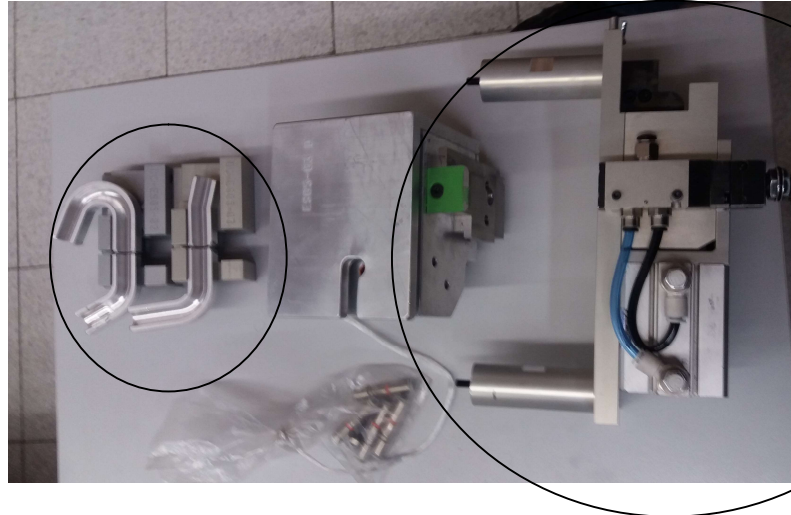


Figura 23: Utillatges de tall i la talladora.

Els utillatges per fer insercions a les màquines universals són més senzills. Les pinces, suports i topes de la referència A no tenen cap peculiaritat interessant a mencionar. A la figura 24 es mostren tot el conjunt de pinces universals i suports necessaris per fer totes les insercions restants.



Figura 24: Pinces universals, suports, talladora i utillatge de tall de la referència A

A la figura 25 tenim el disseny de la galga per fer el leak test. Aquesta galga té un sensor pokayoke en el punt 4, que comprova que hi hagi la malla d'alumini, i comprova que estigui totalment estirada. Aquesta galga està formada per 3 cilindres trepitjadors que fixen els tres connectors dels extrems en la galga, per tal que posteriorment els altres tres cilindres tapin els conductes dels extrems dels connectors per finalment poder fer el test de fugues tapant totes les sortides d'aire.

Un cop es passa el leak test, es fa una marca en el connector amb el marcador tèrmic. A la figura 26 observem la galga amb tots els cilindres, peses i connexions pneumàtiques i elèctriques llestes.

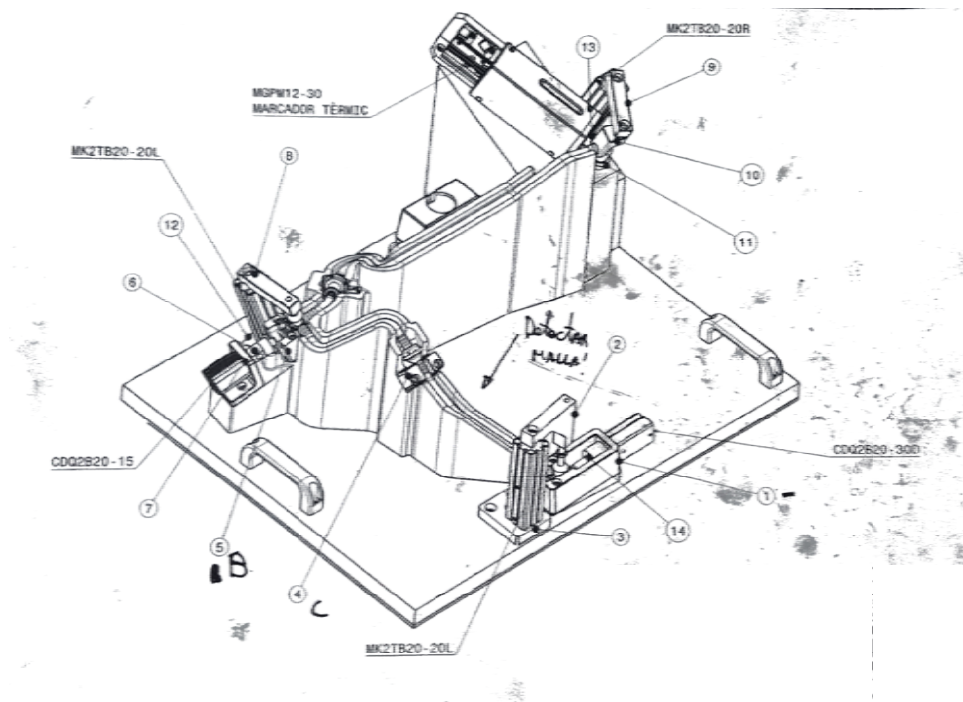


Figura 25: Disseny de la galga de leak test de la rerència A



Figura 26: Galga de la referència A de Leak test finalitzada

5.6. Dissenys de la referència B i D

Els dissenys dels utilatges de les referències B i D són molt semblants. De fet comparteixen el mateix connector en l'extrem A. Però no podem utilitzar el mateix suport per les dues referències perquè l'orientació relativa entre aquests connectors amb cada respectiu tub fixat en la pinça és diferent. Hi ha una diferència de 15° entre els plans de la inserció.

A la figura 27 es mostra el disseny d'aquest suport esmentat del punt A. Aquest va ser el suport més complicat de dissenyar. La línia discontinua que hi ha en el dibuix marca l'eix de la direcció per on el tub i l'espiga del connector s'ajuntaran.

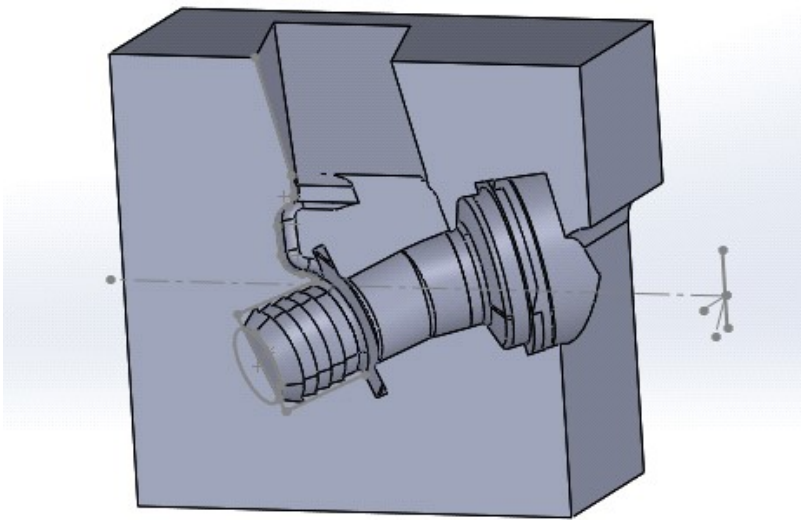


Figura 27: Disseny del suport del connector del punt A

El disseny de la resta de suports és més senzill. Els observem a la figura 28

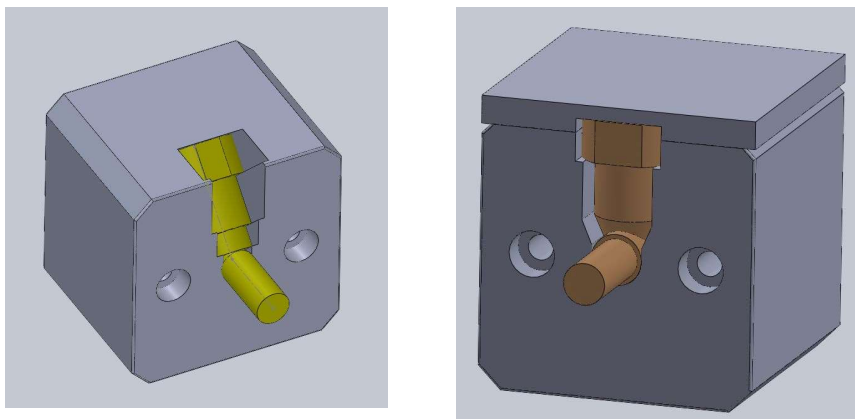


Figura 28: Disseny dels suports per les insercions del punt B

Les pinces per la màquina universal de les referències B i D són molt semblants entre elles. El canvi entre les pinces són les diferents geometries dels extrems del tub, que implicant unes formes en les canals de les pinces diferents. A la figura 29 observem diversos dissenys d'aquestes pinces.

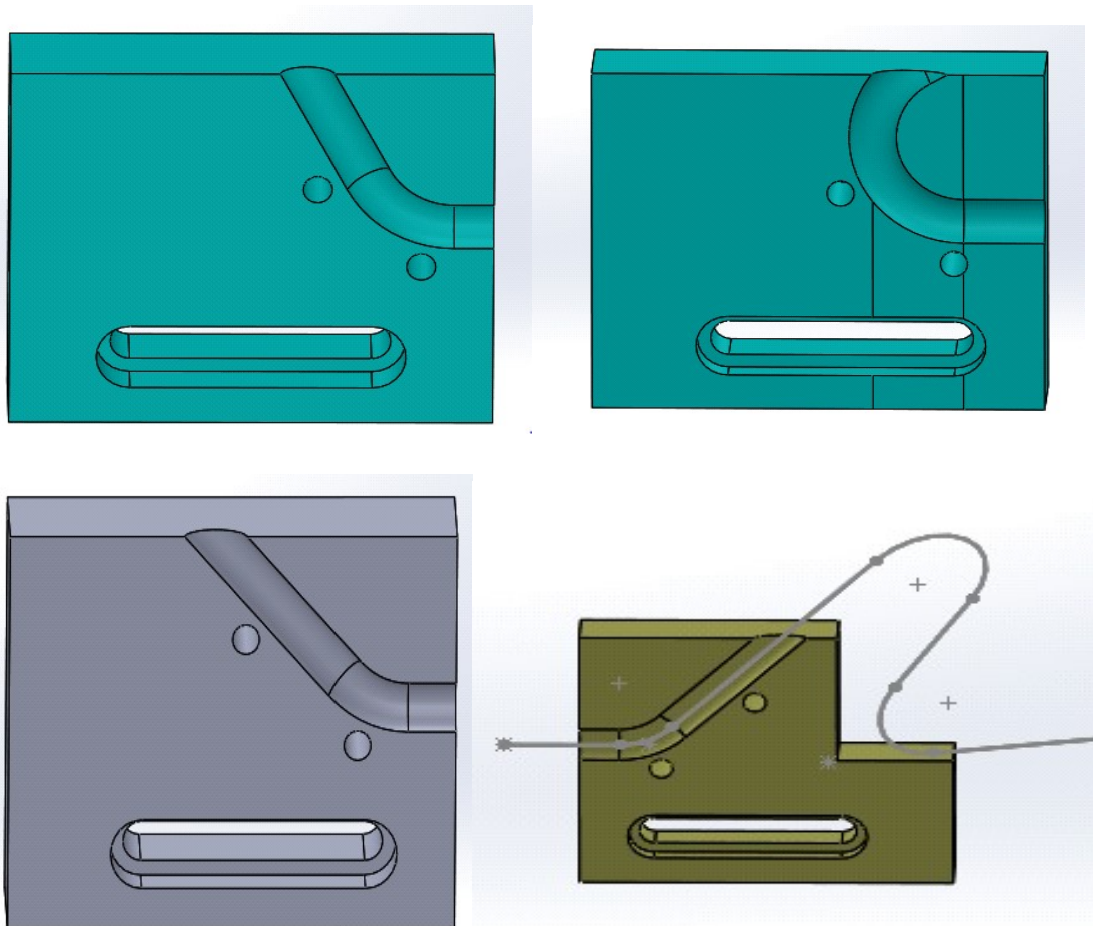


Figura 29: Dissenys de les pinces, les dues imatges superiors són de la referència B i les dues imatges superiors són les pinces de la referència D

Destacar que la pinça del punt A de la referència D té un tall per tal que la corba que fa el tub en aquest extrem no impacti contra la pinça i deformi plàsticament la seva forma o deixi marques fent que el tub sigui defectuós.

A la figura 30 observem el conjunt de pinces, suport, topes i l'abocardador necessaris per muntar la referència B i la referència D

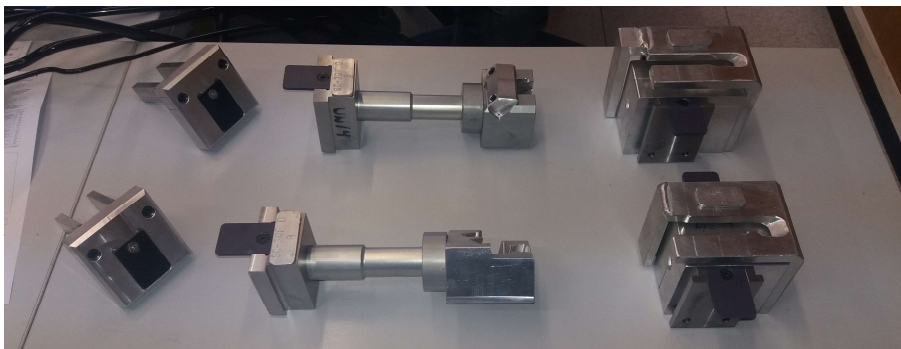
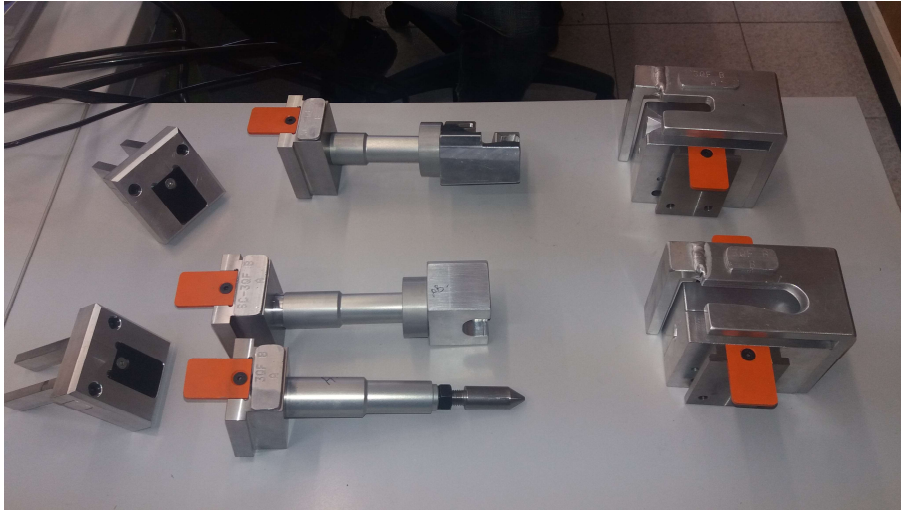


Figura 30: En la imatge superior hi ha el conjunt d'utilatges necessaris per muntar la referència B i en la imatge inferior tenim el conjunt d'utilatges necessaris per muntar la referència D.

En la figura 31 observem el disseny de la galga de la referència B amb la imatge de la galga un cop muntada. I a la figura 32 també observem el disseny i la galga muntada de la referència D.

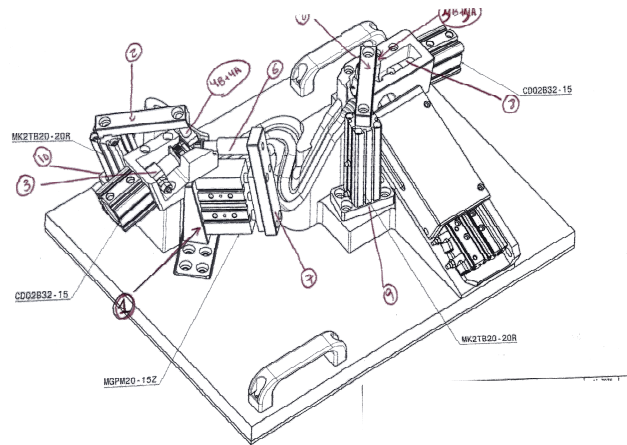


Figura 31: Disseny i muntatge de la galga de la referència B

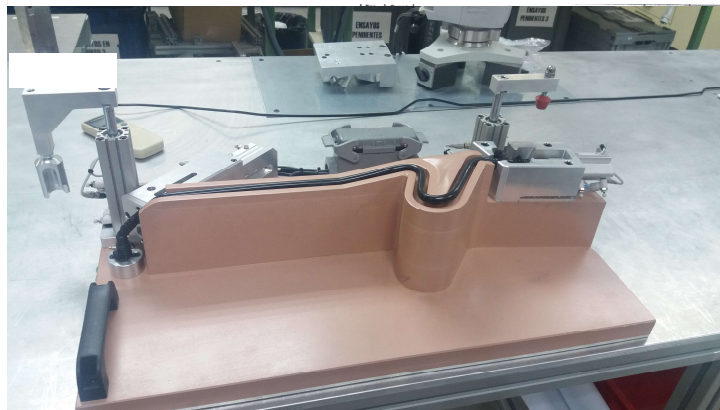
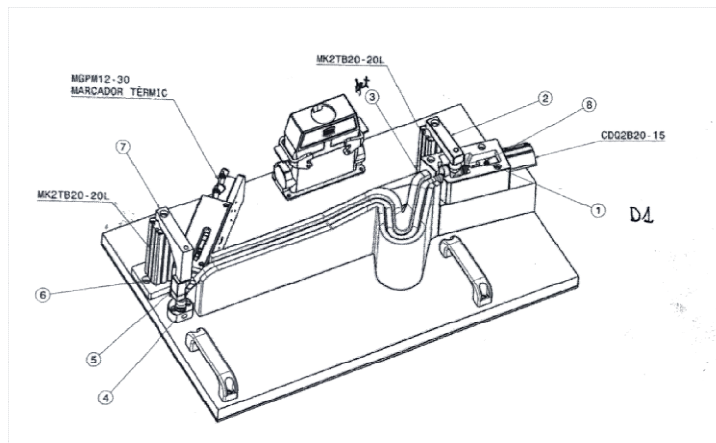


Figura 32: Disseny i muntatge de la galga de la referència D

Un cop tots els elements necessaris per a la industrialització estan preparats i provats a la nau de Polinyà, s'envien a Querétaro perquè els implementin a les màquines. Un cop implementats, es comproven els temps de producció que han d'aproximar-se els estudiats en l'apartat de productivitat. Si tot es compleix, el projecte ja està llest per passar el test d'industrialització i que el departament de producció comenci a produir els tubs i enviar les comandes.

6. Anàlisi mediambiental

En aquest apartat s'analitzen els aspectes del disseny que poden afectar el medi ambient. Un aspecte a considerar és el de la contaminació d'aigües. En aquest ens dissenys dels utilitatges es necessita processament metal·lúrgic especialment d'alumini. L'aigua utilitzada en les polidores i en el refrigerant del mecanitzat arrossega tant les partícules de material, com lubricant i altres reactius del polit.

L'extrusió de PA 6.12 és el procés que té una càrrega més significant en l'anàlisi mediambiental, ja que és el material del producte.

Per poder reciclar la Poliamida es va dur a terme el projecte: Reciclatge de poliamides en la indústria automobilística. Dut a terme del 1998 fins al 2001.

On explica que les poliamides són materials termoplàstics que destaquen per les seves propietats mecàniques i tèrmiques. En conseqüència, la poliamida es presta a nombroses aplicacions diferents i, en particular, serveix per produir peces tècniques en el sector de l'automoció.

Aquest projecte ha aconseguit desenvolupar una nova tecnologia industrial de reciclatge de poliamides per a la fabricació rendible de components d'automoció que compleixin les especificacions exigides per les normes del sector.

Les poliamides són el grup més important de plàstics d'enginyeria. Posseeixen característiques molt destacades, per exemple, duresa, elasticitat, excel·lent resistència als agents químics, adequada resistència a la flama i elevada tolerància a les

altes temperatures. Totes aquestes qualitats de la poliamida la converteixen en un material apropiat per a nombroses aplicacions en les indústries aeroespacials, de l'automoció i d'equips pesats.

Una propietat important d'aquests materials és que poden processar amb facilitat i rapidesa. A causa d'això i als avantatges que ofereixen, aquest projecte se centre en el desenvolupament de tecnologies de composició per al reciclatge d'aquests materials i la seva posterior utilització. Les poliamides reciclades procedeixen de diversos sectors, però abans dels resultats d'aquests projectes pel reciclatge la seva ocupació s'havia limitat a la fabricació de pales de ventilador i carenats per a la indústria de l'automoció.

I finalment, part important del impacta mediambiental d'aquest projecte, és l'energia consumida per produir el producte. On implica comptabilitzar el gasto energètic de l'extrusora, el forn, i les màquines de muntatge, la llum de la nau i els ventiladors.

Destacar que una millora que s'ha fet a la nau per estalviar energia, és reduir la pressió de les màquines quan aquestes acaben el cicle de treball i tornen a la seva posició inicial de repòs. Aquesta operació l'executen a 2 bars en comptes de 6 bars que és la pressió que actuen en les actuacions de treball. També s'ha canviat tot l'enllumenat de la nau per tenir enllumenat LED. Que consumeixen menys energia i duren més temps.

Conclusions

Una de les conclusions generals del projecte és que costa molt obtenir informació. La informació que tens s'ha de validar i contrastar per poder basar-te amb ella sense caure en cap parany. En aquest projecte la informació que necessitava, que només em podien facilitar des de la nau de Mèxic, era molt pobre i defectuosa. Molts cops era informació que al comentar-la a companys de feina experimentats descobríem que era falsa i fins i tot vam arribar a detectar errors en processos de muntatge d'altres referències. Tot i així enviant molts correus electrònics, fent vàries teleconferències i pressionant el *project leader* que intentava obtenir la informació que li demanava, vam poder obtenir les informacions necessàries per poder avançar. Aquestes informacions eren respecte als torns de treball de la nau, respecte a les cèl·lules de muntatge que tenen, sobre les característiques del forn de conformat (per poder calcular els motlles necessaris), consultes sobre capacitats de la nau, nomenclatures i codificacions d'utilatges per no tenir noms repetits.

Un dels objectius assolits és l'aprenentatge del funcionament de les màquines per poder dissenyar els utilatges. En aquest procés la millora en l'ús del SolidWorks i l'AutoCAD, ja introduïts en els estudis al ETSEIB, ha estat un factor clau. També els coneixements de resistència de materials i teoria de màquines i mecanismes, que han estat molt útils alhora de decidir aspectes tècnics del disseny dels utilatges per tenir en compte els moviments relatius i detectar singularitats i seccions crítiques a sobre dimensionar.

No es pot infravalorar l'experiència dels enginyers veterans, perquè tenen molts coneixements que sense aquests es cometrien molts errors. Per tant és evident que cal aprendre els seus coneixements i intentar millorar-los.

És imprescindible adaptar-se als recursos disponibles i intentar posar-se en la pell de l'operari alhora de dissenyar les màquines i els seus elements. Ja que és

importantíssim que l'operari no pateixi cap risc laboral i treball amb una ergonomia adequada.

Concloent, l'objectiu principal del treball "*Disseny de la industrialització de tres tubs de buit per servofrens*" ha estat un èxit. Ja que el disseny proposat en el treball s'ha implementat a la nau industrial de l'empresa Ilpea Mèxic situada a Querétaro i està funcionant correctament.

El fet de veure realitzat el projecte que he estat desenvolupant en aquests sis mesos, em dóna molta satisfacció personal per haver anat superant totes les dificultats.

Bibliografia

INDUSTRIE ILPEA. “Líder mundial en productos plásticos, magnéticos y de caucho”. *La Vanguardia digital* [en línia]. 25 Octubre 2010. [Consulta: 5 Juny 2016]

[http://www.guiadeprensa.com/prensa/la_vanguardia/2010/10/25/especial_industria_quimica#nameddest=industria_ilpea_espana_s_a&view=Fit]

MOTORGIGA. *Servofreno – Definición – Significado*. [en línia]. [Consulta: 21 Juny 2016]

[<https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/servofreno-definicion-significado/gmx-niv15-con195546.htm>]

COSTAS, Javier. “Subcompactos contra B-SUV, ¿qué está pasando?”. En: *Motor.es*. 13 Juny 2016. [en línia]. [Consulta: 3 Juliol 2016]

[<http://www.motor.es/noticias/subcompactos-vs-b-suv-201628381.html>]

NOTICIAS.COCHES.COM. *Guía de compra 2015: SUV compactos, el segmento de moda*. [en línia]. Ramos Penabad, Luis. 21 Març 2015. [Consulta: 8 Juliol 2016]

[<http://noticias.coches.com/informes/guia-de-compra-suv-compactos/120891>]

CORDIS. *Reciclado de poliamidas en la industria automovilística*. [en línia] 18 Setembre 2005. [Consulta: 22 Juliol 2016]

[http://cordis.europa.eu/result/rcn/80566_es.html]

BAKHAT, Mohcine. “Las energías renovables en Marruecos”. En: *Economics for energy*. 13 Juliol 2012. [en línia]. [Consulta: 14 Agost 2016]

[<http://economicsforenergy.blogspot.com.es/2012/07/las-energias-renovables-en-marruecos.html>]

